

AKÇAKOCA (BOLU) YÖRESİ DEVONİYEN YAŞLI SEDİMANTER SERİLERİN KİL MİNERALOGİSİ ve İLLİT KRİSTALİNİTE YÖNTEMİYLE İNCELENMESİ

Clay Mineralogy and Illite Crystallinity Studies of Devonian Sedimentary Series in Akçakoca (Bolu) Region

FAZLIÇOBAN İ.T.Ü. Maden Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İstanbul

ÖZ: Bu çalışmada, Akçakoca yöresindeki Devoniyen yaşlı Kuşça formasyonundan alınan toplam 25 adet kayaç örneğinin kil mineralleri belirlenmiş ve illit kristalinite dereceleri ölçülmüştür. Bölgede belirlenen esas kil mineralleri illit, klorit, kaolinit'tir. Elde edilen sonuçlara göre bölgedeki, Üst Silüriyen - Alt Devoniyen yaşlı Kuşça formasyonu diyajenez, ankimetamorfizma ve epimetamorfizma etkisinde kalmıştır.

ABSTRACT: Clay minerals are determined and illite crystallinity degrees are measured. Total 25 rock samples picked up from Kuşça formation in Akçakoca (Bolu) region, which is in Devonian age. Main clay minerals determined in this region illite, chlorite and kaolinite. According to the results, Kuşça formation Upper Silurian - Lower Devonian aged, is undergone diagenesis epimetamorphism and anchimetamorphism.

GİRİŞ

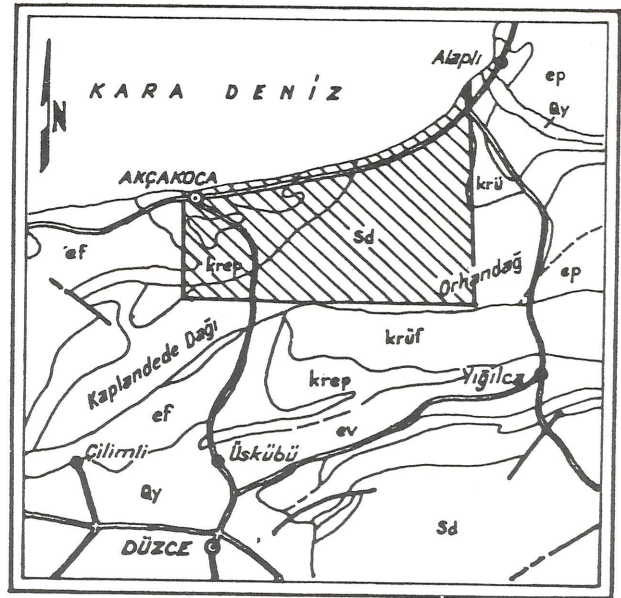
Bu çalışma, Akçakoca (Bolu) kuzeydoğusunda yer alan Üst Silüriyen - Alt Devoniyen yaşlı ince taneli tortul kayalarındaki kil minerallerinin tanınması, illit kristalinite derecesinin X ışınları kırınımı yöntemiyle saptanarak bölgedeki diyajenez-metamorfizma geçişinin araştırılmasını amaçlamaktadır.

Çalışma alanı, Kuzeybatı Anadolu'da 1:25000 ölçekli Ereğli F26-c4/d4/d3/c3 paftalarında bulunmaktadır (Şekil:1). Bölgede Paleozoyik (Üst Silüriyen - Üst Devoniyen) temel kayaları üsteleyen Üst Kretase - Alt Eosen aralığında çökelmiş yaklaşık 2000 metre kalınlıkta bir istif gözlenmektedir.

GENEL JEOLJİ

Batı Karadeniz çevresi (özellikle Ereğli - Zonguldak çevresi) uzun senelerden beri birçok araştırmalara sahne olmuştur. İnceleme alanının kuzeydoğusunda yoğunlaşan bu çalışmaların büyük çoğunluğu kömür jeolojisi amaçlıdır.

Çalışma alanı ile ilişkili olarak, Karadeniz Ereğlisi



İnceleme alanı

ÖLÇEK - 1/500.000

Şekil 1. Yer bulduru haritası

Figure 1. Location map

yöresinde "Arni (1931) Kretase'de çeşitli seviyeler ayırtmıştır. Aynı yörede Atabek (1939) manganez ve demir cevherlerinin oluşumunu inceleyerek, Devoniyen'in kuvarsit, grovak ve killi şistlerden meydana geldiğini belirtmiştir. Bu yörede Egemen (1947) tarafından ilk defa Silüriyen'den bahsedilmiş ve daha önceleri Alt Karbonifer olarak bilinen kuvarsit, gri ve koyu renkli fillatların ise Devoniyen yaşlı oldukları belirlenmiştir. Aynı bölge için Tokay (1949) özellikle Kretase'yi ayrıntılı şekilde incelemiştir. Akçakoca - Düzce arasındaki bölgede de Ketin (1955) tarafından Paleozoyik masiflerinde benzer litolojili Silüriyen ve Devoniyen'den sözedilmiş ve Üst Kretase - Eosen devamlı serisinin Paleozoyik üzerinde diskordan olarak yer aldığı belirtilmiştir.

Bu çalışmaları takiben, Yağcıner (1980), Dizer ve Meriç (1980-1981), Yergök ve diğerleri (1984) gibi araştırmacılar tarafından Karadeniz Ereğlisi ve Akçakoca bölgelerindeki çalışmalar değişik amaçlı olarak sürdürülmüştür.

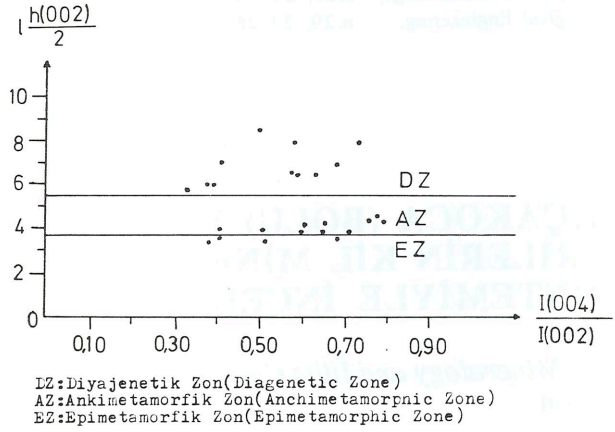
İnceleme alanı için ayırıldıkları litostratigrafik birimler ve zaman aralıkları Şekil 2'de gösterilmiştir. Üst Silüriyen - Alt Devoniyen yaşlı ve çalışmanın asıl konusunu oluşturan Kuşça formasyonu ise aşağıda ayrıntılı biçimde tanımlanmıştır.

ÜST SİSTEM Upper System		SENOZOYİK CENOZOİK		MESOZOYİK MEZOZOİK		PALEOZOYİK PALAEZOİK		LİTOLOJİ Lithology	
KUV	REKAR	TERİTER (Tertiary)	EÖSEN Eocene	PALİDOSEN Paleocene	ÜST PRETASE Upper Cretaceous	ÜST SILÜRİYEN-DEVONİYEN Upper Silurian-Devonian	SİLÜRİYEN Silurian	Qal	10
SERİ	KALG	PRESTEN Prestonian	YERSTEN Yerstonian	CARBELIT	DADALI	ACAR	KIRENCİKBAŞI Kirencikbasian	Tg	710
FORMASYON	UYE	ÖKTEPE	YERSTEN	CARBELIT	DADALI	ACAR	KIRENCİKBAŞI	Tc	105
MEYDAN	MEYDAN	MEYDAN	MEYDAN	MEYDAN	MEYDAN	MEYDAN	MEYDAN	Kd	260
SİMGE	SİMGE	SİMGE	SİMGE	SİMGE	SİMGE	SİMGE	SİMGE	Ka	500
SİMBOL	SİMBOL	SİMBOL	SİMBOL	SİMBOL	SİMBOL	SİMBOL	SİMBOL	Rd	<100
KALINLIK	KALINLIK	KALINLIK	KALINLIK	KALINLIK	KALINLIK	KALINLIK	KALINLIK	Dki	470
Thickness	Thickness	Thickness	Thickness	Thickness	Thickness	Thickness	Thickness	Dk	1250
								Sb	340
									Alüvyon (Alluvium) Uyumsuzluk (Unconformity)
									Çakıl, kum, kil. (Gravel, sand, clay) Uyumsuzluk (Unconformity)
									Killi kireçtaşı (Clayey limestone) Kumlu kireçtaşı (Sandy limestone) Kumtaşı (Sandstone) Konglomera (Conglomerate) Uyumsuzluk (Unconformity)
									Bikali kumtaşı (Bicacculus sandstone) Kumlu killi şist (Sandy clayey limestone) Killi kireçtaşı (Clayey limestone) Kumlu kireçtaşı (Sandy limestone) Konglomera (Conglomerate) Uyumsuzluk (Unconformity)
									Kireçtaşı, evik sarımsı-beysimsi t. bol globotruncana fosillii. Limestone, light yellowish white, thick bedded, rich in globotruncana.
									Kireçtaşı-marm (Limestone-marl) Fasalt, andezit (Fasalt, andesite) Kumtaşı (Sandstone) Lerelenmiş konglomera (Greded conglomerate, consistes of sandstone-limestone) Uyumsuzluk (Unconformity)
									Konglomera (Conglomerate) Uyumsuzluk (Unconformity)
									Lolomit (Lolomite) Lolomitik kireçtaşı, siyahimsi, masif. (Lolomitic limestone, blackish, massive)
									Kumtaşı, kireçtaşı ara katlı ince taneli, k. lamine. Şeyl. (Thin bedded, laminated sandstone interbedded with limestone and shale) Siltaşı (Siltstone) Gözyeşar daykaları (Lenses of calcareous and clayey)
									Kuvarsit (Quartzite) Arkoz, ince kalın tabakalı (Arkose, fine to thick bedded) Arkozik konglomera (Arkose conglomerate)

Şekil 2. Çalışma alanının genelleştirilmiş stratigrafi istifi
Figure 2. Columnar section showing stratigraphic of the study are

Kuşça Formasyonu

Bu çalışmada, Kuşça formasyonu adı, kireçtaşı ara katlı şeyl, killi şeyl ve siltaşı ardalananmasından oluşan bir istif olarak tanımlanmıştır. İnceleme alanında geniş



Şekil 3. İlit kristallik derecesine göre zon sınırları
Figure 3. Zone boundaries to the crystallinity index

yaılıma sahip olan birim, bol otujenik piritli seviyeleri ile karakteristiktir. Formasyon altta Silüriyen yaşlı Belli başı, üstte ise Orta Devoniyen yaşlı Kirencikbaşı formasyonu ile konkordan ve dereceli geçişlidir. Özellikle Karadeniz kıyısında karakteristik mostralara veren birim içerdiği fosiller ve stratigrafik konumuna göre Üst Silüriyen - Alt Devoniyen yaşlı olarak değerlendirilmiştir. Kuşça formasyonu alt seviyelerinde yer yer diyoritik metagabro daykaları ile kesilmiş olup, 1250 metre kalınlıktadır. Formasyonun siyah renkli şeyl seviyeleri, Egemen (1947) tarafından tanımlanan Devoniyen yaşlı koyu renkli fillatlar ve Tokay (1949)'ın tanımladığı Alt Devoniyen'deki killi şistlerin litolojik eşdeğeri.

Şeyl: Koyu siyah renkli, ince - çok ince tabakalı ve laminalı olan şeyller tabakalanmaya dik yönde gelişen kırık sistemleri ile parçalanmış durumdadır. Alt kesimlerinde görülen bol otujenik pirit üst kesimlerde azalır. Bununla beraber, üstte doğru renkte de bir açılma gözlenir. Çeşitli yönlerde gelişen ve 10 cm. kalınlığa varan kuvarsit damarları ile kesilmiş olan şeyller mikro, çapraz tabakalanma ve dereceli tabakalanma gibi sedimanter yapılar gösterir. Yer yer silisli özellik gösteren şeyllerin üst seviyelerinde karbonat artışı belirgindir. Mikroskop incelemesinde ortalama 0,1 mm. boyutlu tanelerden oluşan kayaç örneklerinde esas bileşenler, düzensiz dağılımlı plutonik tip kuvarsit taneleri kil mineralleri, opak mineral ve bozmuş mikta şeklindedir. Aksesuar bileşen olarak ise, % 5 oranında alkali feldspat, bitüm ve tabakalanmaya dik yönde dizilim gösteren pirit taneleri izlenmektedir. Üst seviyelerdeki örneklerde ise kil oranı ve karbonat artışı ile birlikte çok kötü korunmuş fosiller izlenir.

Kireçtaşı: Şeyller ile ardalanmalı ve yanal geçişli kireçtaşları, biyosparit olarak adlandırılmıştır. Çoğunlukla kırmızımsı kahve renkli olan birim, ince-orta kalınlıkta tabakalanma gösterir. Yoğun demiroksitli mikrosparitik çimento içinde allokemlerin çoğunluğu fosil ve

fosil kavkı parçalarından oluşur. Biyosparitler yer yer detritik karakter göstermektedir.

Silttaşı: Kahverengimsi-sarı renkli, ince tabakalı silttaşı seviyeleri Kuşça formasyonu'nun üst kesimlerinde izlenmektedir. Tabakalanma yüzeyi ve şistozite düzlemlerinde bol mika pullu olan silttaşları özellikle inceleme alanının güney kesimlerinde metasilttaşı özelliği gösterir. % 25-30 oranlarındaki keskin kenarlı yuvarlaklaşmamış kuvars taneleri silt boyutludur. % 5-10 oranlarında alkali feldspat ve % 45-50 oranlarındaki ince-uzun bazen aşırı bükülmüş, yönlenmeli serisit, klorit ve nadiren izlenen (% 2-3) epidot şeklinde bileşime sahip olan silttaşları üst seviyelerinde killi şeyiller ile aralanır. Karbonat oranının artması ve fosil içeriğinin değişmesi ile Kirencikbaşı formasyonuna geçiş gözlenir.

ÇALIŞMA YÖNTEMİ

İnceleme alanında Kuşça formasyonuna ilişkin derlenen örnekler, mineralojik-petrografik yöntemlerle incelenmiştir. 25 adet örnek kilboyutu bileşenlerin ayrılabilmesi amacıyla derlenmiş ve kil boyutu bileşenler ayrılmıştır. Daha sonra kil minerallerinin belirlenebilmesi için X ışınları difraksiyon analizleri yapılmıştır. Kil boyutu bileşenlerin ayrılabilmesi ve X ışınları toz difraktometresi ile kayıtlar, Hacettepe Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Kil Ayırma Laboratuvarı ile I.T.Ü. Maden Fakültesi X ışınları laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir.

X ışınları difraktogramları, normal, fırınlanmış, etilen glikollü ve hidranizli olmak üzere her örnekten 4 çekim ve diğer mineral prajenezlerini belirleyebilmek için yönlenmemiş toz numune çekimleri yapılarak elde edilmiştir. Çekim 40 Kv, 20 mA, Cu K α radyasyonu, Ni filtre, kart hızı: 1 cm/dak., gonyometre: 20=1°/dak. ve 40 Kv, 18 mA, Cu K α radyasyonu, kart hızı: 2 cm./dak., gonyometre: 2°/dak. şartlarında yapılmıştır.

İllit'in kristalinite derecesi olarak "illit mineralinin 002 pikinin 10 A°'daki refleksiyonunun yarı yüksekliğindeki genişliğinin mm. cinsinden ölçümü esas alınmıştır (Kubler, 1964, 1966, 1968). Ayrıca (004) refleksiyonları ile (002) refleksiyonları arasındaki oran hesaplanmış ve elde edilen değerler illit kristalinite derecesi diyagramında yerine konarak değerlendirilme yapılmıştır (Şekil 3).

KİL MİNERALLERİ ve ÖZELLİKLERİ

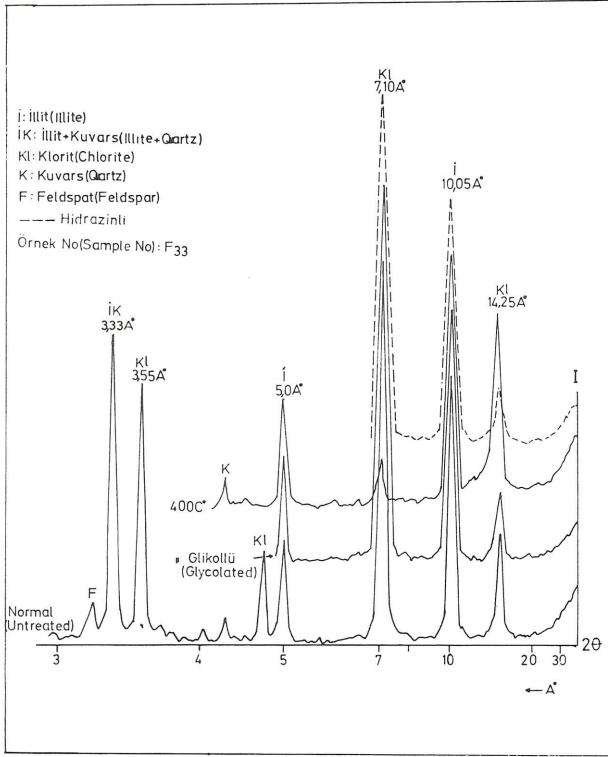
Üst Silüriyen - Alt Devonyen yaşlı Kuşça formasyonunda belirlenmiş olan esas kil mineralleri illit, klorit ve kaolinittir. İllit mineralinin varlığı 10 A°, 5 A° ve 3,35 A°'daki yansımaları ile saptanmıştır. Glikollü, hidranizli ve fırınlama ile elde edilen illit piklerinde değişim görülmemiştir (Şekil 4).

Çizelge 1: Kuşça formasyonuna ait örneklerin kil mineralojisi ve illit kristalinite dereceleri. Ka: Kaolinit, I:İllit, K:Klorit, F:Feldspat, Ku:Kuars, I4K+I4V:Klorit-Vermikülit karışık katmanı

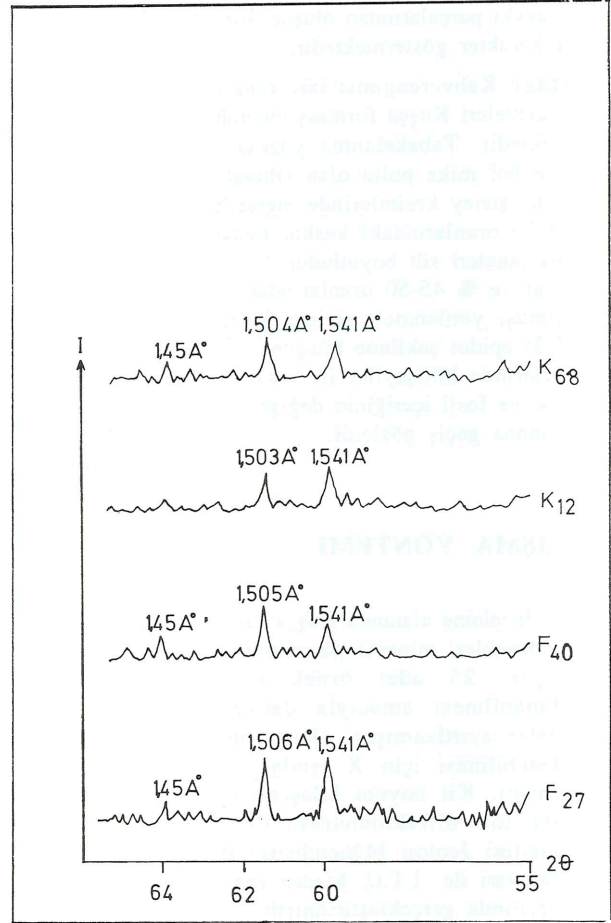
Örnek No	h(002)/2	I(004)/I(002)	Kil boyutu parajenezi
1) F33	3,00	0,38	Ka+I+K
2) ÖK15	4,00	0,42	I+K
3) ÖK20	3,5	0,42	I+K+(14K+14V)
4) K68	3,60	0,68	I+K+(14K+14V)
5) K12	3,80	0,72	I+K
6) F26	4,10	0,65	I+K
7) FK86	3,5	0,52	I+K+(14K+14V)
8) F40	3,80	0,60	I+K+Ka
9) F28	4,10	0,80	I+K
10) F36	4,20	0,75	I+K
11) F34	3,80	0,50	I+K+Ka
12) 4	3,85	0,65	I+K
13) F41	4,05	0,60	I+K
14) F24	4,10	0,78	I+K
15) F26	5,80	0,35	Ka+K
16) Fk38	6,00	0,40	I+Ka
17) FK30	6,15	0,60	I+Ka
18) 18	8,10	0,50	Ka+K
19) ÖK25	7,50	0,62	Ka+I
20) ÖK38	7,45	0,75	I+Ka+K
21) F49	6,85	0,67	Ka+I
22) ÖK50	7,00	0,46	Ka+F
23) F14	5,95	0,38	I(az)+Ka+F
24) F33-A	6,10	0,58	Ka+Ku.
25) F50	6,50	0,64	Ka+K

Kesin olarak saptanan illit'in oktaedrik konumda içerdiği toplam Mg+Fe'in belirlenebilmesi amacıyla önce $d_{(060)}$ değerleri hesaplanmıştır. Bu taramalara göre (55° ile 65° arasında) $d_{(060)}$ değerlerinin 1,503 ile 1,506 A° arasında değiştiği gözlenmiş ve mineralin dioktaedral karakterde olduğu belirlenmiştir (Şekil 5). Bu değerler daha sonra Maxwell ve Hower (1967) diyagramında yerine konarak illitlerin oktaedrik konumda içerdikleri toplam Mg+Fe'in 0,25 ile 0,58 arasında olduğu belirlenmiştir (Şekil 6).

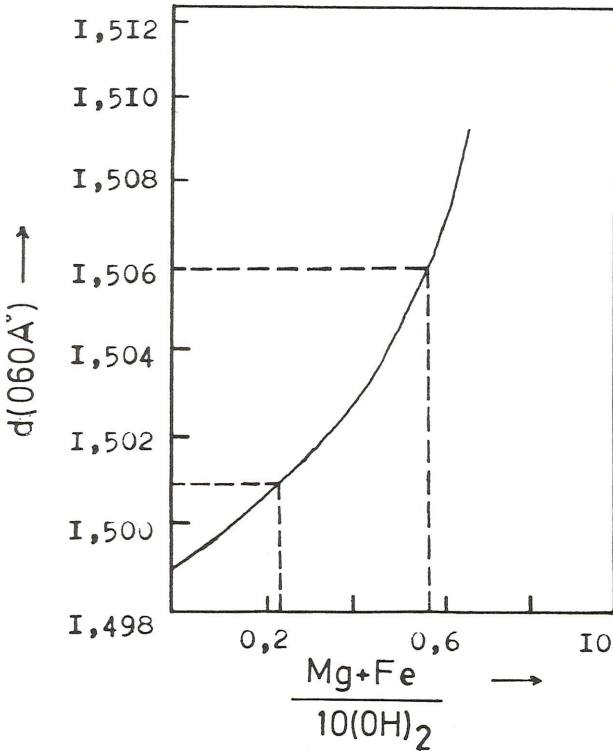
Klorit pikleri 14A°, 7A°, 4,7A° ve 3,5A°'larda elde edilmiştir. Normal çekimde elde edilen bu pikler glikol ve hidranizli çekimlerde değişmemiş, buna karşın 400 C°'de 4 saat ısıtma sonucunda ise bazı örneklerde 14A° piki ve özellikle 7A° pikinin çok zayıfladığı veya tümüyle kaybolduğu görülmüştür (Şekil 7). Elde edilen klorit piklerinde (001) ve (003) refleksiyonlarının zayıf, (002) ve (004) yansımalarının ise şiddetli olduğu görülür (Şekil 8). Bu özellik, demirli kloritler için karakteristiktir. Kloritlere ait 14 A° piklerindeki değer değişimlerinin Si/Al oranındaki değişiklikten ileri geldiği bilinmektedir (Bannister ve Whitard, 1945). Formasyona ait örneklerde Si/Al oran değişimini belirleyebilmek amacıyla kloritlere ait Si/Al değişim grafiği çizilmiş ve oranın 3,90 ile 6,30 arasında olduğu görülmüştür (Şekil 9).



Şekil 5. Oktaedrik illitin difraktogramları
Figure 5. Diffractograms of octahedral illite



Şekil 4. Illitin varlığını gösteren difraktogramlar
Figure 4. Diffractograms showing the presence of illite



Şekil 6. $d(060)$ ile toplam (Mg+Fe) arasındaki ilişkiyi gösteren diagram.
Figure 6. Diagram showing the relation between $d_{(060)}$ with total (Mg+Fe)

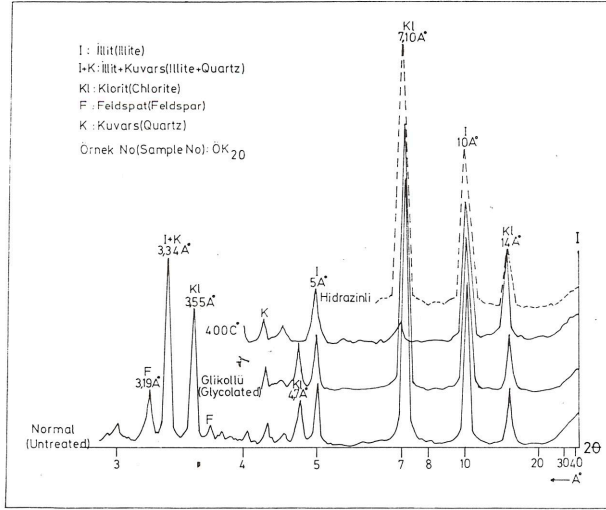
Çizelge I'de de görüleceği gibi, illit + klorit + kolinlit kilboyutu mineral parajenezi yanında tüm örneklerde kuvars + feldspat + (kuvars-illit) mineral parajenezi, bazı örneklerde ise kloritvermikülit karışık katmanı gözlenmektedir.

Elde edilen illit kristalinite dereceleri Şekil:3'deki diyagrama yerleştirildiğinde, 11 adet örnek diyajenetik zonda, 10 adet örnek ankimetamorfik zonda ve 4 adet örnekte epizonda bulunmaktadır. Diyagramdan da görüldüğü gibi, örneklerin büyük çoğunluğu diyajenetik ve ankimetamorfik zonalarda yer almaktadır.

YÖRÜM ve SONUÇLAR

İllit kristalinite derecesi yöntemi özellikle düşük dereceli metamorfizma olaylarında diyajenez metamorfizma geçişini saptamak amacıyla kullanılan bir yöntemdir (Kubler, 1966 - Maxwell, 1967 - Donoyer De Segonzac, 1970) Son zamanlarda Türkiye'de özellikle Batı Pontidlerde bu yöntemle ilgili çalışmalar yapılmıştır (Ataman ve diğerleri, 1977 - Yılmaz ve diğerleri, 1984 - Dilaver, 1984).

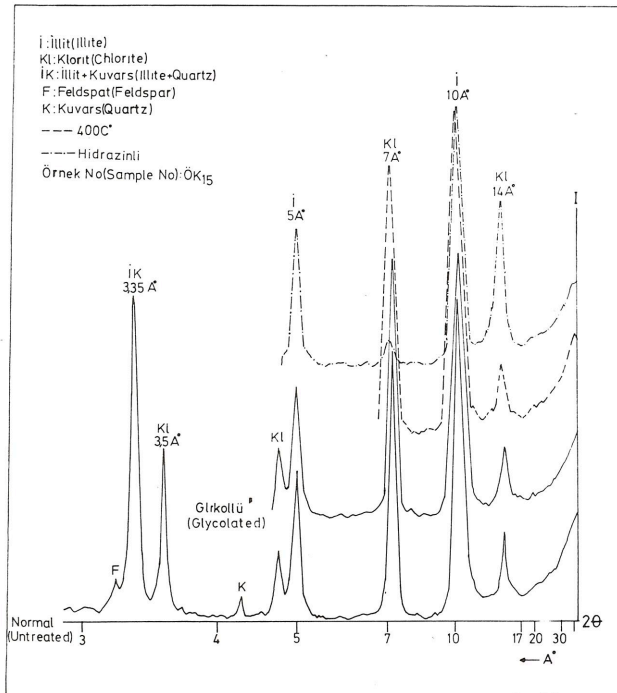
Şekil 7



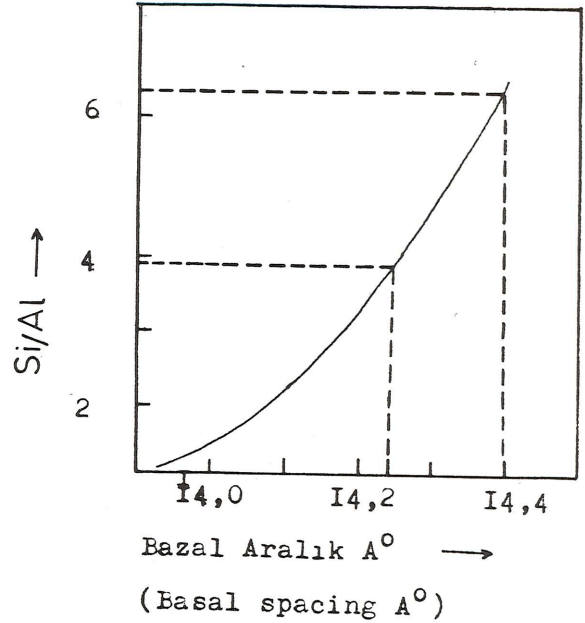
Şekil 7. Çalışma bölgesindeki sedimanter klorit difraktogramları
Figure 7. Diffractograms of sedimentary chlorite in study area

Bu çalışma, ilgili bölge (Akçakoca) için yapılan ilk çalışmadır. Yapılan incelemelerde aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

1) İnceleme alanına ilişkin Kuşça formasyonunda yaygın kil mineralleri illit ve klorittir. Daha az oranda yaygın olanlar ise formasyonun farklı seviyelerindeki kaolinit ve kloritvermikülit karışık katmanındır. elde edilmiştir:



Şekil 8. Kloritlerin (001), (002), (003) ve (004) yansımaları
Figure 8. Reflections of chlorites (001), (002), (003) ve (004)



Şekil 9. Kloritlerin Si/Al oranının değişimini gösteren diyagram
Figure 9. Diagram showing variation of Si/Al ratio of chlorites

2) Değişik seviyelerde izlenen çok az muskovit, feldspat ve kuvars ise kil minerallerine eşlik eder.

3) Illite ait 10 Å° refleksiyonunun $d_{(060)}$ değeri 1,503 ile 1,506 Å° arasında değişmektedir. Buna göre illitler yüksek oranda oktaedrik Mg+Fe içerir.

4) Elde edilen klorit pikleri sedimanter kloritlere ait özelliklere sahiptir. Demirli kloritleri karakterize eden piklerden (001) ve (003) pikleri kloritlerin iyi kristallenmediklerini göstermektedir.

5) Klorit'e ait 14 Å° pikinin değişimleri Si/Al oranına bağlıdır. Si/Al oranının değişimi 3,90 ile 6,30 arasındadır. Si/Al oranı formasyonun alt seviyelerinde daha fazladır (sığ ortam).

6) Muskovit + Klorit + Klorit-Vermikülit karışık katmanı şeklindeki mineral parajenezi epimetamorfik zondaki örneklerde karakteristiktir. Bu mineral parajenezi bölgede özellikle magmatik sokulumların (gabro-diyabaz) bulunduğu yörelerde gözlenir.

KATKI BELİRTME

Bu çalışma, İstanbul Üniversitesi'nde yapılan doktora tez çalışma kapsamı dışındaki çalışmaların bir bölümünü oluşturmaktadır. Yazar, hocası sayın Prof.Dr.

M. Akartuna'ya teşekkürü bir borç bilir. Ayrıca, kil mineralleri çekimlerinde yardımlarda bulunan sayın Doç.Dr. N. Gündoğdu, değerli eleştirilerinden yararlandığı sayın Doç.Dr. M. Yeniyoğ, çeşitli teknik konularda yardımlarda bulunan İ. Buzkan, F. Esenli ve M. Erdoğan'a teşekkürlerini sunar.

DEĞİNİLEN BELGELER

- ARNI,P., 1931, Zur stratigraphie und Tektonik der Kredeshichten Östlich Ereğli and er Schwarzmeerküste:Ecl.Geo.Hel.
- ATABEK,S., 1939, Zonguldak vilayeti Devrek ve Ereğli kazalarında demir ve manganez ihbarlarına ait raporlar: M.T.A Rapor No:902 (Yayınlanmamış).
- ATAMAN,G. ve diğerleri., 1977, Diyajenez - Ankimetamorfizma geçişinin illitin kristallik derecesi ile araştırılması (Batı Pontidler'de Bir Deneme): H.Ü.Yerbilimleri Cilt:3, Sayı:1-2
- BANNİSTAR,F.A.,WHITTARD,W.F.,1945,Magnesian Chamosite: Min. Magaz., 5.
- DİLAVER,T., 1984, Kastamonu Kuzeyindeki Dikmendağ Granitoidinin Mineralojik-Petrografik ve Jeokimyasal İncelenmesi, H.Ü. Yük.Müh.Tezi, 66 (Yayınlanmamış).
- DİZER,A., MERİÇ,E.,1980-81,Kuzeybatı Anadolu'da Üst Kretase-Paleosen Biyostratigrafisi, M.T.A. Derg., Sayı:95/96.
- DUNOYER de SEGONZAC,G., 1969, Les mineraux argileux dans la diagenese passage metamorphisme: Memoire du service de la Carte Geol.Alsace et de Lorraine, 29,320 p.
- EGEMEN,R.M., 1947, Kdz. Ereğlisi'nde bulunan fosilli Üst Silüriyen tabakalarına dair not, T.J.K. Bül., C/s: I/I.
- GÜNDOĞDU,M.N.,1982,Neojen yaşı Bigadiç sedimanter baseninin jeolojik,minerolojik ve jeokimyasal incelenmesi, H.Ü.Doktora Tezi (Yayınlanmamış).
- KETİN,İ., 1955, Akçakoca-Düzce bölgesinin jeolojik lövesi hakkında memuar,M.T.A.Rapor No: 2277 (Yayınlanmamış)
- KUBLER,B., 1964, Les argiles, indicateurs de metamorphisme Rev.Inst.Fr.Petrole, 19, 1093-1112.
- KUBLER,B., 1966, La cristallinite de l'illite et les zones tout a fait superieures de metamorphisme, Etages tectoniques Colloque de Neuchatel, Ins.Geol.Univ.Neuchatel.
- KUBLER,B.,1968,Evaluation quantitative du metamorphisme par la cristallinite de l'illite, Etat des progres realises ces dernieres annees, Bull.Centre.Rech.Pau. SNPA,2, 385 - 397.
- MAXWELL,D., HOWER,J., 1967, High grade diagenesis and low grade metamorphism of illite in the Precambrien belt series, Amer.Mineral., 52, 843-857.
- TOKAY,M., 1949, Ereğli-Alaph-Kızıltepe-Alacağzı dolayının jeolojisi, M.T.A. Rapor No: 1821.
- YALÇINER,N.,1980, Düzce-Akçakoca bölgesinin jeomorfolojisi, Jeomorfoloji Derg., Sayı:9.
- YERGÖK,F. ve diğerleri,1984, Zonguldak çevresindeki Üst Kretase yay volkanizmasının özellikleri,Jeomorfoloji Der. Sayı:12.